



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

## MOST V OBCI DOUBRAVICE

BRIDGE IN THE DOUBRAVICE VILLAGE

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Viktória Cibičková

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JOSEF PANÁČEK

BRNO 2021



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	B3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav betonových a zděných konstrukcí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Viktória Cibičková
<b>Název</b>	Most v obci Doubravice
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Josef Panáček
<b>Datum zadání</b>	30. 11. 2020
<b>Datum odevzdání</b>	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

---

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

Podklady:

Situace, příčný a podélný řez, geotechnické poměry

Základní normy:

ČSN 73 6201: Projektování mostních objektů

ČSN 73 6214: Navrhování betonových mostních konstrukcí

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1992-2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady

Literatura: na základě doporučení vedoucího práce.

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Místo stávajícího mostního objektu zpracujte dvě až tři studie nového mostu o jednom poli včetně jejich zhodnocení.

Dále se zaměřte na návrh nosné konstrukce z předpjatého betonu - preferujte dvoutrámovou nebo spřaženou konstrukci. Most můžete oproti realitě prodloužit v podélném směru. Úpravy nivelety jsou možné. Most může být proveden jako kolmý a přímý.

Dimenzování proveďte podle mezních stavů v rozsahu stanoveném vedoucím práce.

Ostatní úpravy nebo změny provádějte se souhlasem vedoucího práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní resp. technickou zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Podklady, studie a vizualizace

P2. Přehledné a podrobné výkresy zvoleného návrhu mostu

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1x na CD.

## STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

## **ABSTRAKT**

Cieľom bakalárskej práce je návrh mostnej konštrukcie cez rieku Svitava. Z troch vypracovaných štúdií sa vybral najvhodnejší variant. Zvolená nosná konštrukcia je dodatočne predpätý dvojtrámový most. Jedná sa o jednopolný most s dĺžkou premostenia 25,27 m. Po podrobnom spracovaní a posúdení na medzný stav únosnosti a použiteľnosti nasledovalo vyhotovenie podrobných výkresov a vizualizácie.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Dvojtrámový most, most, predpätý betón, zmeny predpätia, časovo závislá analýza, pevná skruž, ohyb, šmyk

## **ABSTRACT**

The aim of the bachelor thesis is the design of the bridge structure over the Svitava River. The most preferred variant was selected from three developed studies. The selected load-bearing structure is post-tensioned double girder bridge. It is a single-span bridge with a bridging length 25,27 m. After detailed processing and assessment for the ultimate limit state and usability, detailed drawings and visualisations were produced.

## **KEYWORDS**

Double-girder bridge, bridge, prestressed concrete, prestress losses, time depend analysis, fixed falsework, bending, shear

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Viktória Cibičková *Most v obci Doubravice*. Brno, 2020. 27 s., 175 s. příl. Bakalářská práce.  
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí.  
Vedoucí práce Ing. Josef Panáček

## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Most v obci Doubravice* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 28.5. 2021

---

Viktória Cibičková  
autor práce

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Most v obci Doubravice* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 28.5. 2021

---

Viktória Cibičková  
autor práce

## **POĎAKOVANIE**

Týmto by som chcela poďakovať môjmu vedúcemu práce, pánovi Ing. Josefovi Panáčkovi, za cenné rady a pripomienky v priebehu spracovania bakalárskej práce.



## OBSAH

1.	ÚVOD .....	9
2.	VŠEOBECNÁ ČASŤ .....	10
2.1.	Identifikačné údaje o moste .....	10
2.2.	Základné údaje o moste .....	11
3.	ZDÔVODNENIE MOSTU A JEHO UMIESTNENIE .....	12
3.1.	Účel mostu .....	12
3.2.	Charakter prevádzanej komunikácie a prekážky .....	12
4.	ŠTÚDIE RIEŠENIA .....	13
4.1.	Štúdia A .....	13
4.2.	Štúdia B .....	13
4.3.	Štúdia C .....	14
4.4.	Voľba štúdie .....	14
5.	TECHNICKÉ RIEŠENIE MOSTU .....	15
5.1.	Zakladanie a spodná stavba mosta .....	15
5.2.	Nosná konštrukcia .....	15
5.3.	Mostný zvršok a vybavenie .....	15
5.4.	Mostné závery .....	16
5.5.	Uloženie mosta .....	17
6.	STATICKÝ VÝPOČET .....	18
6.1.	Výpočtový model .....	18
6.2.	Zaťaženie .....	18
6.3.	Predpätie .....	19
6.4.	Medzný stav použiteľnosti .....	19
6.5.	Medzný stav únosnosti .....	19
7.	MATERIÁLY PRE STAVBU .....	20
7.1.	Betón .....	20
7.2.	Betonárska výstuž .....	20
7.3.	Predpínacia výstuž .....	20
8.	VÝSTAVBA MOSTU .....	21
9.	POŽIADAVKY NA BEZPEČNOSŤ .....	22
10.	ZÁVER .....	23
11.	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV .....	24
12.	ZOZNAM OBRÁZKOV .....	26
13.	ZOZNAM PRÍLOH .....	27





## 1. ÚVOD

Podľa zadania bakalárskej práce sa jedná o návrh mostu prevádzajúceho miestnu komunikáciu cez rieku Svitava v mestečku Doubravice nad Svitavou, v katastrálnom území Doubravice nad Svitavou, Klemov. Z troch vypracovaných variantov riešenia sa vybral práve jeden, ktorý bol najvhodnejší. Zvoleným variantom je dvojtrámová dodatočne predpätá mostná konštrukcia. Bola posudzovaná na medzný stav použiteľnosti, únosnosti a fázovú výstavbu.

V rámci bakalárskej práce je kvôli zjednodušeniu upravená výška nivelety a taktiež šikmosť mostu. Účinky vodorovného, klimatického a teplotného zaťaženia sú zanedbané. Výpočtové modely boli vytvořené v programoch midas Civil (prutový model) a Scia Engineer 20.0 (dosko-rebrový model). Prutový model v bol vytvorený pre časovo závislú analýzu. Dosko-rebrový model zabezpečil získanie výsledkov z priečného roznosu na jednotlivé trámy.

# **MOST V OBCI DOUBRAVICE**

## **Textová časť**

Autor: Viktória Cibičková



## **2. VŠEOBECNÁ ČASŤ**

### **2.1. IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE O MOSTE**

Názov stavby:	37430 Doubravice nad Svitavou
Objekt:	Dvojtrámový dodatočne predpätý most
Názov objektu:	Most cez rieku Svitava v obci Doubravice
Kraj:	Juhomoravský
Okres:	Blansko
Katastrálne územie:	Doubravice nad Svitavou, Klemov
Evidenčné číslo mostu:	-
Správca mostu:	Obec Doubravice nad Svitavou
Druh prevádzanej komunikácie:	Miestná komunikácia 37430
Prekážka premostenia:	Vodoteč - rieka Svitava, riečny km 44,801 50
Staničenie križenia:	km 0,086 364
Uhol križenia:	100g
Autor:	Cibičková Viktória Vysoké učení technické v Brně Fakulta stavební Veveří 331/95 602 00 Brno

## **MOST V OBCI DOUBRAVICE**

### **Textová časť**

Autor: Viktória Cibičková



### **2.2. ZÁKLADNÉ ÚDAJE O MOSTE**

Dĺžka mostu:	37,24 m
Dĺžka nosnej konštrukcie:	27,27 m
Svetlá šírka – dĺžka premostenia:	25,27 m
Rozpätie pola:	26,27 m
Počet polí:	1
Šikmosť:	kolmý
Šírka mostu:	10,10 m
Šírka vozovky medzi obrubníkami:	7,00 m
Šírka nosnej konštrukcie:	9,50 m
Šírka medzi zábradliami:	9,50 m
Šírka pravej rímsy:	2,30 m
Šírka ľavej rímsy:	0,80 m
Šírka chodníku:	1,50 m
Pozdĺžny sklon:	0,5 %
Priečny sklon:	2,5 %
Výška mostu nad terénom:	7,60 m
Stavebná výška:	1,63 m
Druh prevádzanej komunikácie:	Miestna komunikácia 37430
Prieber trasy na moste:	Smerovo v priamej, výšokovo v klesajúcom 0,5% sklone v smere staničenia

# MOST V OBCI DOUBRAVICE

## Textová časť

Autor: Viktória Cibičková



## 3. ZDÔVODNENIE MOSTU A JEHO UMIESTNENIE

### 3.1. ÚČEL MOSTU

Most prevádza miestnu komunikáciu 37430, a to z mestečka Doubravice nad Svitavou do Klemova. Predmetom premostenia je prírodná prekážka rieka Svitava.

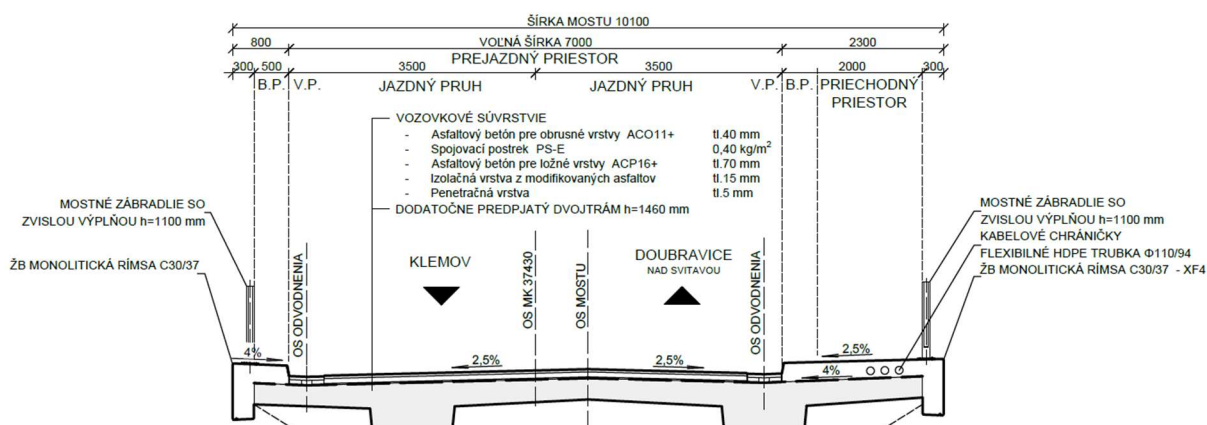
### 3.2. CHARAKTER PREVÁDZANEJ KOMUNIKÁCIE A PREKÁŽKY

#### Údaje o miestnej komunikácii 37430

Most prevádza miestnu komunikáciu 37430 cez rieku Svitava v obci Doubravice nad Svitavou. Z dispozičného hľadiska je tvorený dvoma jazdnými pruhmi a pravostranným chodníkom pre peších. V smere staničenia prevádza dopravu smerom do Doubravíc, v protismere staničenia do Klemova. Niveleta nie je totožná s osou komunikácie a je vzdialená o 0,75 m ku chodníku. Pôdorysne je niveleta aj osa v priamej. V pozdĺžnom smere niveleta klesá pod sklonom 0,5% v smere staničenia. Pričný strechovitý sklon má hodnotu 2,5%. Výška nivelety v mieste kríženia je 296,970 m.n.m.. Po oboch stranách sa nachádzajú železobetónové monolitické rímasy.

#### Šírkové usporiadanie:

Verejný chodník:	1,50 m
Bezpečnostný odstup:	0,50 m
Jazdný pruh:	3,00 m
Vodiaci a odvodňovací prúžok:	0,50 m
Prejazdny priestor:	7,00 m
Šírka medzi zábradliami:	9,50 m



Obrázok 1. Šírkové usporiadanie komunikácie

#### Údaje o rieke Svitava

Na západnom brehu Svitavy sa nachádza Klemov, na výhodnom mestečko Doubravice nad Svitavou. Výška bežnej hladiny je vzdialená 2,169 m od nosnej konštrukcie, čo predstavuje výšku 2,371 m nad dláždeným korytom rieky.  $Q_{100}$ , teda prietok vody, ktorý môže byť dosiahnutý, prípadne prekročený minimálne jedenkrát za sto rokov dosahuje do výšky 3,670 m od dláždeného dna, čo predstavuje vzduť hladiny do nadmorskej výšky 294,470 m.n.m..



## 4. ŠTÚDIE RIEŠENIA

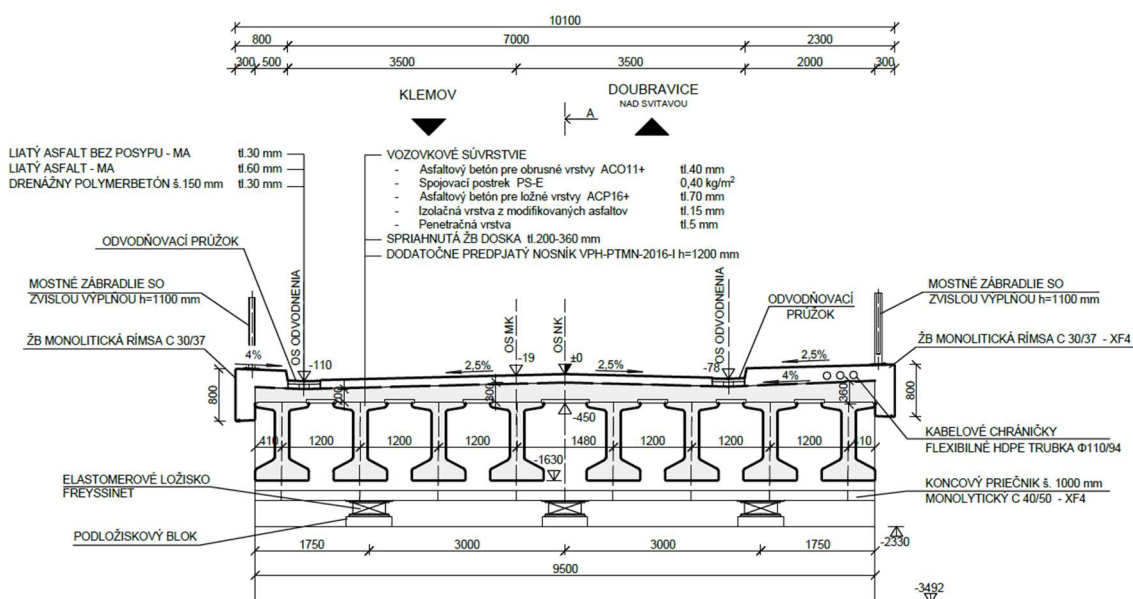
Zadanie pre návrh mostnej konštrukci pozostáva z pôdorysu, priečného rezu mostným zvrškom a v pozdĺžnom smere terénom a osou nivelety. Z toho vyplýva priestorové usporiadanie konštrukcie. Vypracovali sa tri štúdie. Každá z nich bola podrobne posúdená a porovnaná.

Viz. príloha P1.1 Zadanie

### 4.1. ŠTÚDIA A

Ako prvým variantom je navrhnutá nosná konštrukcia mostu tvorená prefabrikovanými dodatočne predpätými nosníkmi typu VPH-PTMN-2016-I sprahnutými so železobetónovou doskou s premenným sklonom. Tieto prefabrikované nosníky sú od výrobcu VÁHOSTAV-SK-PREFA, s.r.o. a majú výšku 1,20 m. Maximálna hrúbka ŽB dosky je 0,36 m a minimálna 0,20 m. Nosníky sú na koncoch zabetónové do priečnikov šírky 1,0 m, ktoré sú podporené trojicou elastomerových ložísiak Freyssinet.

Táto varianta je výhodná vďaka rýchlosti a presnosti výstavby. Ďalej eliminuje bednenie, čo je priaznivé vzhľadom k charakteru prírodnej prekážky, pri ktorej by mohli nastať komplikácie s prívalovými dažďami. Toto prevedenie zabezpečuje aj minimalizáciu mokrého procesu na stavenisku. Nevýhodou je doprava, ktorá môže zapríčiniť nezvratné poškodenie. Ďalším faktorom je montáž a zaistenie dostatočnej tuhosti spojených dielcov.



Obrázok 2. Schéma priečného rezu – Štúdia A

Viz. príloha P1.2 Štúdia A

### 4.2. ŠTÚDIA B

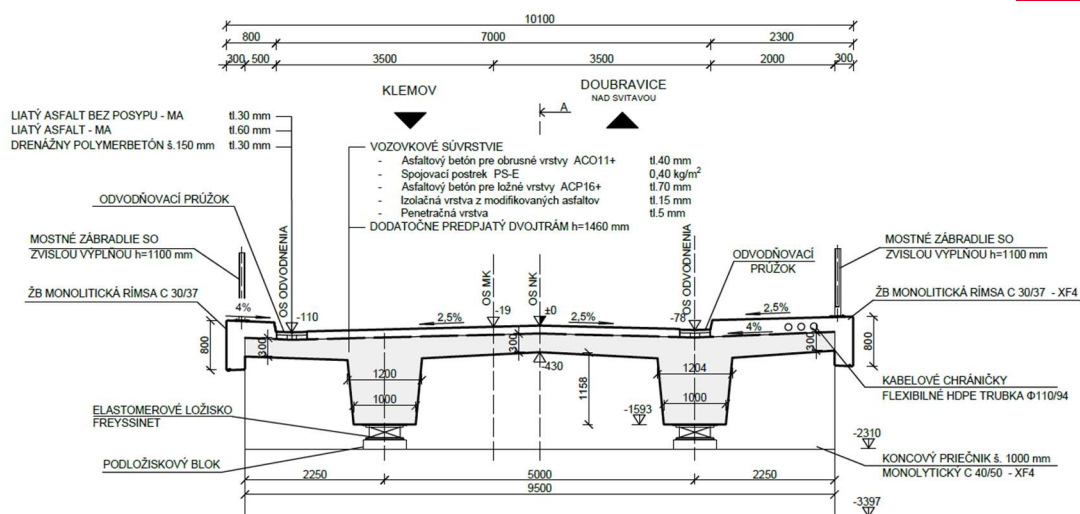
Druhým navrhnutým variantom je nosná konštrukcia tvorená monolitickým dodatočne predpätým dvojtrámom, ktorého výška dosahuje 1,46 m. V priečnom usporiadaní môžeme vidieť dvojicu tráv nesúcich dosku premennej výšky od 0,35 m do 0,30 m. Nosná konštrukcia je uložená na dvojici elastomerových ložísiak typu Freyssinet, po stranách sa nachádzajú železobetónové monolitické rímky.

Medzi výhody patrí estetický dojem z konštrukcie. Veľkým prínosom je zväčšenie rozpätia. Založenie na pilotách podstatne znižuje množstvo výkopových prác. K nevýhodám patrí pracnosť pri bednení, čo spôsobuje zložitá geometria konštrukcie. Tieto profily sú využívané predovšetkým pre veľké rozpätia, pretože výrazne znižujú svetlú výšku pod mostom.

# MOST V OBCI DOUBRAVICE

## Textová časť

Autor: Viktória Cibičková



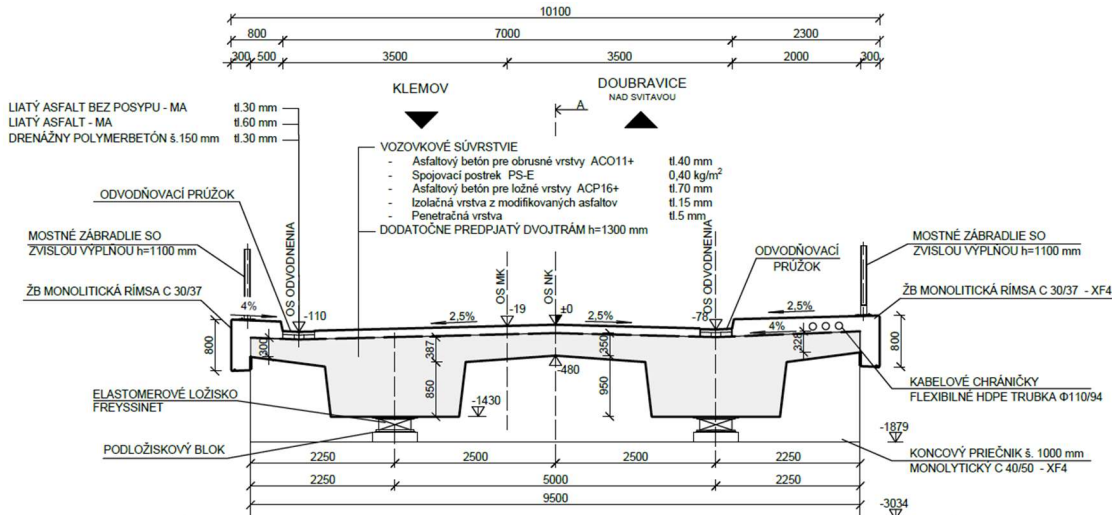
Obrázok 3. Schéma priečného rezu – Štúdia B

Viz. príloha P1.03 Štúdia B

## 4.3. ŠTÚDIA C

Posledným variantom je opäť dvojtrámová monolitická dodatočne predpjatá nosná konštrukcia. Tentokrát je výška trémov podporujúcich dosku v najvyššom mieste 1,30 m. V porovnaní so zvyšnými štúdiami má tento variant najmenšiu stavebnú výšku. Uloženie je prevedené prostredníctvom dvojice elastomerových ložísk Freyssinet. Doska má premennú výšku od 0,35 m do 0,30 m.

Výhody a nevýhody tretej štúdie sú obdobné ako v predchádzajúcom prípade. Medzi výhody patrí menšia stavebná výška, estetický dojem z konštrukcie. Nevýhody sú opäť pracnosť, bednenie a pomalšia výstavba ako pri použití prefabrikovaných nosníkov.



Obrázok 4. Schéma priečného rezu – Štúdia C

Viz. príloha P1.4 Štúdia C

## 4.4. VOĽBA ŠTÚDIE

Pre podrobné spracovanie bola po dohode s vedúcim práce zvolená štúdia B – Dvojtrámová monolitická mostná konštrukcia.



## 5. TECHNICKÉ RIEŠENIE MOSTU

### 5.1. ZAKLADANIE A SPODNÁ STAVBA MOSTA

Založenie je prevedené pomocou vrtaných veľkopriemerových pilot priemeru 940 mm. Obe podpory sú založené na 4 pilotách. Navrhnutá dĺžka pilot by sa mala prešetriť podrobným geotechnickým prieskumom. Piloty sú votknuté do základového bloku výšky 1,30 m. V oblasti mimo drieru opory je navrhnutý sklon 4%. Pôdorysný rozmer základového bloku pod OP 1 je 3,67 x 10,10 m. Pod OP 2 nadobúda hodnoty 3,22 x 10,10 m.

Drieru môžeme charakterizovať popisom rozmerov šírka pozdĺžna x výška x šírka priečna. OP 1 má rozmery 2,10 x 1,74 x 9,50 m. Rozmery OP 2 sú 1,65 x 1,24 x 9,50 m. Materiál drieru opory je betón C30/37, stupeň vplyvu prostredia XF2. Na operách sú dilatčné mostné krídla materiálu C20/25 so stupňom vplyvu prostredia XF2. Sú navrhnuté rovnobežne s komunikáciou.

Prenos tlakov z podložiskových blokov zabezpečujú železobetónové úložné prahy. Majú v pozdĺžnom smere sklon 4%, vďaka čomu odvádzajú vodu od osi uloženia k odvodňovaciemu kanálu. Materiál je podobne ako pri drieru betón C30/37 - XF2. Záverné múrky majú šírku 0,50 m výšku 1,90 m. Na nich sú umiestnené mostné závery a prechodové dosky. Dĺžka prechodových dosiek je 5,0 m, šírka 0,30 m a poddĺžny sklon 3%. Materiál C30/37 - XF4.

### 5.2. NOSNÁ KONŠTRUKCIA

Prierez je tvorený dodatočne predáťm monolitických dvojtrámom. Je navrhnutý z betónu C35/45 o šírke 10,10 m s konštrukčnou výškou 1,46 m. Osovo sú trámy vzdialené 5,0 m. Nad podporami sa nachádzajú tuhé monolitické priečniky šírky 1,0 m. Trámy sú spojené doskou premennej šírky, ktorá sa pohybuje v rozmedzí od 0,30 m do 0,35 m. Vyloženie krajných konzól je symetrické veľkosti 1,65 m.

### 5.3. MOSTNÝ ZVRŠOK A VYBAVENIE

#### Vozovka

Skladba vozovky je navrhnutá v súlade s normou ČSN 73 6242 [1].

Vozovka na moste je netuhá celkovej hrúbky 130 mm.

#### Skladba vozovky

Asfaltový betón pre obrusné vrstvy	ACO 11+	40 mm
Spojovací postrek	PS-E	0,40 kg/m <sup>2</sup>
Asfaltový betón pre ložné vrstvy	ACP 16+	70 mm
Izolačná vrstva z modifikovaných asfaltov		15 mm
Penetračná vrstva		5 mm
Celkom		130 mm

#### Chodník

Na pravej rímse sa nachádza verejný chodník šírky 1,50 m. Povrch rímasy je v mieste chodníku priečneho sklonu 2,5%.

#### Rímasy

Navrhnuté sú železobetónové monolitické rímasy z betónu C30/37, stupeň vplyvu prostredia XF4. Rímasy nie sú v priečnom usporiadaní symetrické. Pravá rímasy má šírku 2,30 m a spád 2,5% smerom k vozovke. Ľavá rímasy je menšia, má šírku 0,80 m a spád 4% smerom k vozovke. Obe rímasy



majú presah 0,30 m za nosnú konštrukciu mostu. V pravej rímse sa nachádza trojica flexibilných HDPE trubiek  $\phi 110/94$ .

### Záchytné systémy

Vzhľadom na charakter prevádzanej komunikácie je obojstranne navrhnuté oceľové zábradlie výšky 1,10 m so zvislou výplňou. Zábradlie bude chemicky ukotvené do rímsoy systémom HILTI.

### Odvodnenie

Odvodnenie zvršku mostu je zabezpečené prostredníctvom sklonu pozdĺžneho, ktorý je 0,5% a sklonu priečneho, ktorý je 2,5%. Priečny sklon je navrhnutý ako strechovitý a vodu z povrchu vozovky odvádza do odvodňovacích prúžkov, ktoré sa nachádzajú obojstranne pozdĺž rímsoy mostu. Keďže dĺžka mostu je viac ako 20 m, navrhujeme aj odvodňovače. Tie budú 2x2 ks rozmiestnené do tretín dĺžky nosnej konštrukcie. Tieto odvodňovače budú odpovedať zaťaženiu D 400 podľa normy ČSN EN 124-1 [4].

Odvodnenie rubu opier je zabezpečené PVC trubkou DN 150 mm s pozdĺžnym sklonom 3%. Vodu presakujúcu cez zhutnenú zeminu odvádza tesniaca fólia vo vyspádovanej vrstve štrkodrtie. Drenážna trubka privedie zachytenú vodu pod operu kde je svahom odvádzaná k rieke Svitava. Voda zachytená odvodňovacím kanálikom v mieste úložného prahu je odvádzaná mimo operu.

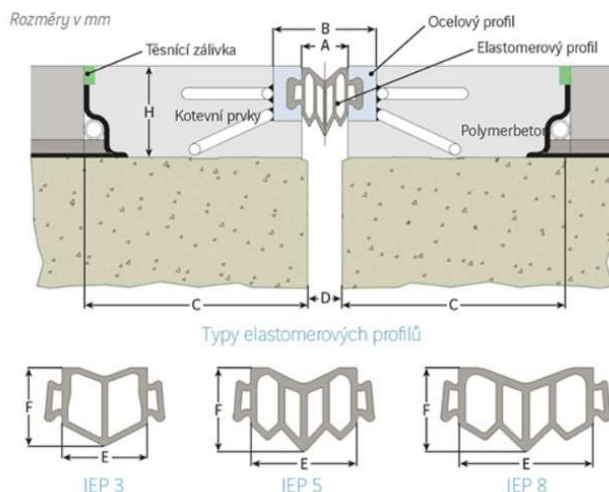
## 5.4. MOSTNÉ ZÁVERY

Výber mostných záverov rešpektuje možné dilatačné pohyby konštrukcie. Nad operou 1 sa navrhol mostný záver Freyssinet Cipec JEP 3 a nad operou 2 typ Freyssinet Cipec JEP 5. Podrobnejšia charakteristika je zhrnutá v nasledujúcom Obrázku 5.

Technické údaje

Type	A		B		D		H	C	E	F
	min.	max.	min.	max.	min.	max.				
JEP3	30	60	80	110	10	40	80	140	60	55
JEP5	25	75	75	125	10	60	80	140	75	59
JEP8	25	105	75	155	10	90	80	140	95	59

Rozmery v mm



Obrázok 5. Mostný záver Freyssinet Cipec [14]



# MOST V OBCI DOUBRAVICE

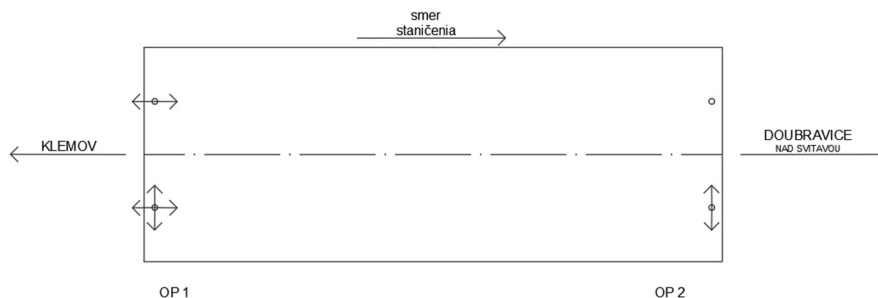
## Textová časť

Autor: Viktória Cibičková







## 5.5. ULOŽENIE MOSTA

Návrh ložísk bol čisto orientačný. Maximálne tlakové namáhania stanovené výrobcom nemôžu byť v žiadnom prípade dosiahnuté a prekročené. Na opere 1 a 2 je symetricky umiestnená dvojica elastomerových ložisiek s pôdorysnými rozmermi 400x500 mm, ktorých maximálne namáhanie v tlaku predstavuje 3957 kN. Ich rozmiestnenie je navrhnuté tak, aby zabezpečili požadované dilatačné pohyby mostnej konštrukcie.



Obrázok 6. Uloženie mosta

Legenda:

-  Všesmerné ložisko
-  Pozdĺžne jednosmerné ložisko
-  Priečne jednosmerné ložisko
-  Pevné ložisko



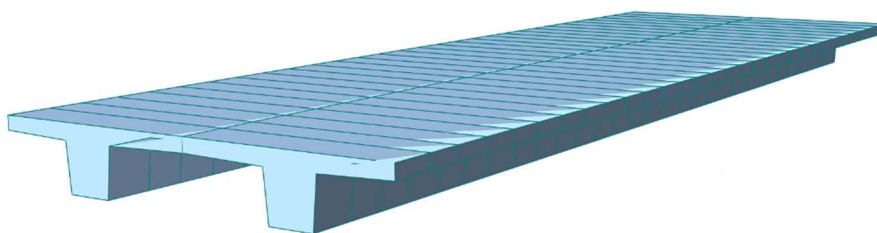
## 6. STATICKÝ VÝPOČET

Podrobné statické riešenie je zhrnuté v prílohe P.3 Statický výpočet.

### 6.1. VÝPOČTOVÝ MODEL

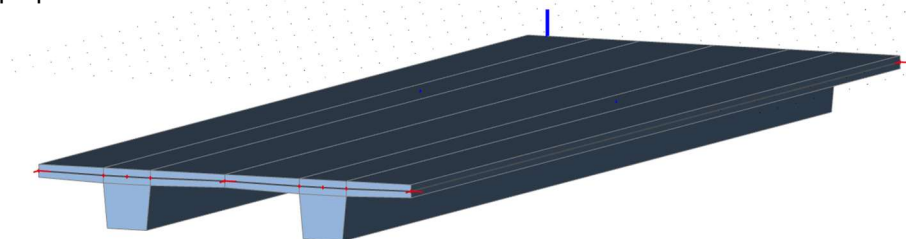
V programoch midas Civil a Scia Engineer 20.0 boli vytvorené dva výpočtové modely. Pre bakalársku prácu sa pracovalo so zjednodušeným priečnym profilom, pri ktorom sa zanedbalo všetky zakrivenia povrchu.

Najskôr sa vytvoril **prutový model** v programe midas Civil, ktorý zabezpečil časovo závislú analýzu TDA a výpočet vnútorných síl. Zvolil sa trám, ktorý bol viac namáhaný, v tomto prípade to bol ľavý trám, ozn. T<sub>1</sub>.



Obrázok 7. Prutový model – midas Civil

Následne sa vymodeloval **dosko-rebrový model** v Scia Engineer 20.0, ktorý sa využil na získanie vnútorných síl jednotlivých tráv po roznose premenného zaťaženia. Priečne usporiadanie je totožné ako pri prutovom modeli.



Obrázok 8. Dosko-rebrový model – Scia Engineer

### 6.2. ZAŤAŽENIE

#### 6.2.1. Stále zaťaženie

Medzi stále zaťaženie mostu evidujeme zaťaženie vlastnou tiažou a ostatným stálym zaťažením, ktoré predstavuje vozovka, izolácia, zaťaženie od ríms a záchytných systémov. Všetky ručne vypočítané hodnoty boli porovnané s programom midas Civil. Overila sa ich korektnosť a prípadný percentuálny rozdiel. Výpočet bol prevedený v súlade s ČSN EN.

##### Vlastná tiaž

Vlastnú tiaž sme do výpočtu získali automatickým vygenerovaním od programu midas Civil.

##### Ostatné stále zaťaženie

Vozovka je uvažovaná o hrúbke 130 mm s objemovou tiažou 24 kN/m<sup>3</sup>. Izolácia dosahuje hrúbku 15 mm s objemovou tiažou 12 kN/m<sup>3</sup>. Charakteristické hodnoty od vozovky a izolácie boli navýšené o 40% alebo znížené o 20%. Pravá a ľavá rímsa sa musela počítať samostatne, ich objemovú tiaž uvažujeme 25 kN/m<sup>3</sup>. Rímasy slúžia aj pre zakotvenie záchytných systémov - oceľových zábradlí. Tie do výpočtu berieme ako líniové spojité rovnomerné zaťaženie 0,5 kN/m pre každý prvok.



### 6.2.2. Premenné zaťaženie

Vzhľadom k rozsahu bakalárskej práce bude riešené len zvislé zaťaženie dopravou. Brzdné a rozjazdové sily, vodorovné sily na zábradlie, poveternostné vplyvy a iné mimoriadne zaťaženia nebudú riešené.

- Zaťaženie dopravou
  - Model zaťaženia LM1 – Bežné dopravné zaťaženie
  - Model zaťaženia LM3 – Zvláštne vozidlo 900/150
- Zaťaženie davom ľudí LM4
- Zaťaženie chodníkom LM5

Vozovka šírky 7,0 m sa podľa ČSN EN 1991-2 [3] rozdelila na 2 zaťažovacie pruhy šírky 3,0 m a zbytkový pruh. Ručný kontrolný výpočet má charakter priečnikových čiar s predpokladom, že poradnica zaťaženého trámu nadobúda hodnotu 0,7 a nezaťaženého 0,3. S modelom zaťaženie LM4 – Zaťaženie davom ľudí počítame kvôli tomu, že sa nachádzame v intraviláne mestečka Doubravice nad Svitavou.

### 6.3. PREDPÄTIE

Návrh predpätia bol stanovený z podmienok pre napätie. Z podmienok sa určili stanovené medze, v ktorých sa má pohybovať napätie v betóne. Týmto princípom sa navrhlo 3 káble predpínacej výstuže Y 1860-S7-15,7-A pre každý trám. Počet lán v kábloch sa líši, ale jednoducho ich môžeme rozdeliť na horný rad po 22 lán a dolný rad po 20 lán. Straty sú spočítané ručne a následne porovnané so stratami z programu midas Civil. Pre presnejšie výpočty uvažujeme so softwarovými hodnotami.

### 6.4. MEDZNÝ STAV POUŽITELNOSTI

Pre **obmedzenie napätia** konštrukciu posudzujeme v časoch  $t_0$  a  $t_\infty$ . Čas  $t_0$  predstavuje dobu predpínania a čas  $t_\infty$  koniec životnosti. Tlakové napätie obmedzujeme z dôvodu vzniku pozdĺžnych trhlín, mikrotrhlín a zabezpečenia lineárneho dotvarovania betónu. Ťahové napätie v betóne obmedzujeme kvôli vzniku trhlín. Obmedzenie ťahových napätí vo výstuži zabraňuje nežiadúce deformácie, nepružné pretvorenia a vznik trhlín.

**Obmedzenie trlín** je kontrované pre častú kombináciu. Vzhľadom na to, že napätie v sledovaných časoch neprekročilo medznú hodnotu šírku trhlín nebudeme podrobne posudzovať.

**Obmedzenia deformácie** konštrukcie sú kontrované pre častú hodnotu zaťaženia od dopravy v čase  $t_\infty$ . Hodnoty priehybov sú prebraté z programu midas Civil. Priehyb v čase životnosti je ovplyvnený zmršťovaním a taktiež dotvarovaním.

### 6.5. MEDZNÝ STAV ÚNOSNOSTI

**Ohybová únosnosť** bola posudzovaná v čase  $t_\infty$  - koniec životnosti. Posúdenie prierezu na ohyb nevyhovelo a preto bol nutný návrh prídavnej betonárskej výstuže. Navrhlo sa 6 $\phi$ 28 do každého trámu.

**Šmyk a krútenie** bolo neodkladnou súčasťou posúdenia konštrukcie. Pre určenie oblasti s trhlinou a bez sa použili návrhové hodnoty šmykových síl z najnepriaznivejšej kombinácie v rezoch po 1,0 m. Posúdenie oblastí s trhlinou ďalej interagovalo s posúdením na krútenie.  $T_{Ed,max}$  a  $V_{Ed,max}$  sa stanovili pre každú zostavu zaťaženia. Následne sa navrhla pozdĺžna výstuž na prírastok ťahovej sily a posúdil sa aj pozdĺžny šmyk.

Pre **priečny smer** bol vytvorený doskro-rebrový model (rovina XYZ) v programe Scia Engineer 20.0. Zaťaženie od dopravy sa rozmiestňovalo podľa priečnikových čiar tak, aby vyvolalo najnepriaznivejšie účinky. Posudzovali sa ohybové momenty, na ktoré sa navrhla priečná výstuž a šmykové sily, na ktoré sa navrhli spony. Toto posúdenie sa viazalo k 3 rozhodujúcim rezom.

# MOST V OBCI DOUBRAVICE

## Textová časť

Autor: Viktória Cibičková



## 7. MATERIÁLY PRE STAVBU

### 7.1. BETÓN

Navrhli sa triedy betónu s príslušnými odolnosťami voči vplyvu prostredia.

Prechodové dosky:	C30/37 – XF4
Záverový múrik:	C30/37 – XF2
Úložný prah:	C30/37 – XF2
Podložiskové bloky:	C35/45 – XF2
Nosná konštrukcia:	C35/45 – XF2
Rímsy:	C30/37 – XF4
Piliere, opery, krídla:	C30/37 – XF2
Základy:	C20/25 – XC2
Piloty:	C20/25 – XA2
Podkladný betón:	C10/12 – XA1

### 7.2. BETONÁRSKA VÝSTUŽ

Pre celý objekt sa zvolila betonárska výstuž B500B. Jej konštrukčné riešenie bude dodržiavať minimálne požiadavky na krytie.

### 7.3. PREDPÍNACIA VÝSTUŽ

Predpínacia výstuž je typu Y1860-S7-15,7-A. Vo výpočte sa navrhlo 64 lán pre každý trám. Tieto láná sú rozdelené do 3 káblov. Láná sú vedené v korugovaných hadiciach z ocele o priemere 100 mm. Ich priestorové usporiadanie zabezpečia vodiace mriežky z betonárskej ocele. Kotvenie zabezpečujú aktívne kotvy VSL-GC. V súvislosti s napínaním výstuže sa navrhli vybraná v oblasti čela konštrukcie.



## **8. VÝSTAVBA MOSTU**

- Vytýčenie, skrývka ornice a zatrubenie vodotečí
- Výkopové práce
- Vŕtanie a betonáž pilot
- Bednenie a betonáž spodnej stavby
- Montáž ložísk a pevnej skruže
- Betonáž nosnej konštrukcie a predopnutie
- Odstránenie skruže a betonáž záverných múrikov
- Izolácia hlavnej nosnej konštrukcie
- Betonáž monolitických ríms
- Vozovkové súvrstvie
- Mostné vybavenie a záver
- Terénne úpravy a práce pod mostom
- Dokončovacie práce
- Prevádzka



## **9. POŽIADAVKY NA BEZPEČNOSŤ**

„Na stavbu nejsou kladeny žádné speciální požadavky. Bezpečnost práce a ochrana zdraví při výstavbě se řídí ustanovením vyhlášky č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví na staveništích a její zajištění je plně v kompetenci zhotovitele stavby. Bezpečnost stavby je během provozu zajištěna pomocí navrženého dopravního značení a konstrukčním uspořádáním.

Na dokončenou stavbu nejsou z hlediska požární ochrany kladeny žádné zvláštní požadavky.“ [10]



## **10. ZÁVER**

Cieľom bakalárskej práce bol návrh mostu o jednom poli premostujúceho rieku Svitavu v obci Doubravice nad Svitavou. Boli navrhnuté 3 varianty možného premostenia. Zaťaženie bolo simulované modelmi LM1, LM3, LM4 a LM5 podľa ČSN EN 1991-2 [1]. Výsledky zo softwarov boli overované s ručným výpočtom. Najvhodnejšia varianta bola ďalej podrobne posudzovaná na medzný stav únosnosti a použiteľnosti. Po posúdení bola spracovaná výkresová dokumentácia, v ktorej sa navrhnutý most umiestnil do terénu a boli vypracované vizualizácie.



## 11. ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

### ZOZNAM POUŽITÝCH NORIEM

- [1] ČSN EN 1991-2: 2005. Eurokód 1 – Zatížení konstrukcí: Část 2: Zatížení mostů dopravou.
- [2] ČSN 73 6242: 2010. Navrhování a provádění vozovek na mostech pozemních komunikací.
- [3] ČSN EN 1990 včetně změny A1: 2004. Zásady navrhování konstrukcí.
- [4] ČSN EN 124-1: 2017. Poklopy a vtokové mříže pro dopravní plochy - Část 1: Definice, klasifikace, konstrukční zásady, funkční požadavky a zkušební metody.
- [5] ČSN 73 6201: Projektování mostních objektů
- [6] ČSN 73 6214: Navrhování betonových mostních konstrukcí
- [7] ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [8] ČSN EN 1992-2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady

### ZOZNAM POUŽITÉJ LITERATÚRY

- [9] MINISTERSTVO DOPRAVY. 2008. Odvodnění mostů pozemních komunikací. TP 107 Technické podmínky. Praha: Ministerstvo dopravy, 2015, 24 s.
- [10] MINISTERSTVO DOPRAVY. 2015. Vzorové listy staveb pozemních komunikací. VL 4 – Mosty. Praha: Ministerstvo dopravy, 2015, 24 s.
- [11] MINISTERSTVO DOPRAVY. 2017. Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací. Kapitola 4 Zemní práce. Praha: Ministerstvo dopravy, 2008, 51 s.
- [12] LANÍKOVÁ, Ivana, PANÁČEK, Josef, ŠIMŮNEK, Petr, ŠTĚPÁNEK, Petr, TERZIJSKI, Ivailo. 2017. BL01 Prvy betonových konstrukcí. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2017, 145 s.
- [13] KOLÁČEK, Jan, NEČAS, Radim, PANÁČEK, Josef. 2014. BL12 Betonové mosty I: zásady navrhování. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2014.
- [14] ŘEZNÍČEK, Martin. 2017. Návrh trémového dálničního mostu: diplomová práce. Brno: VUT v Brně, 2017. 24 s.

### ZOZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJOV

- [15] VÁHOSTAV-SK-PREFA. Predpäté nosníky VPH-PTMN pre mosty na pozemných komunikáciach a mostné príslušenstvo [online]. Dostupné na internete: <http://www.vph.sk>
- [16] FREYSSINET CS, a.s.. Predpínací systém Freyssinet [online]. Dostupné na internete: [http://www.freyssinet.cz/gallery/predpinaci\\_system\\_freyssinet.pdf](http://www.freyssinet.cz/gallery/predpinaci_system_freyssinet.pdf)
- [17] FREYSSINET CS, a.s.. Elastomerová ložiska [online]. Dostupné na internete: [http://www.freyssinet.cz/gallery/loziska\\_elastomerova.pdf](http://www.freyssinet.cz/gallery/loziska_elastomerova.pdf)
- [18] FREYSSINET CS, a.s.. Mostní závěry Freyssinet [online]. Dostupné na internete: [http://www.freyssinet.cz/gallery/mostni\\_zavery\\_cz\\_cv1\\_09\\_15.pdf](http://www.freyssinet.cz/gallery/mostni_zavery_cz_cv1_09_15.pdf)
- [19] MAPOVÉ PODKLADY. Mapy.cz [online]. Dostupné na internete: <https://mapy.cz/>



# **MOST V OBCI DOUBRAVICE**

## **Textová časť**

Autor: Viktória Cibičková



## **ZOZNAM POUŽITÉHO SOFTWARE**

Autodesk Autocad 2018 - Študentská verzia

Scia Engineer 20.0 - Študentská verzia

IDEA StatiCa 20.1 - Študentská verzia

Midas Civil - Študentská verzia

Rhino 7 Evaluation - Študentská verzia

Lumion - Študentská verzia



## 12. ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1. Šírkové usporiadanie komunikácie .....	12
Obrázok 2. Schéma priečného rezu – Štúdia A.....	13
Obrázok 3. Schéma priečného rezu – Štúdia B.....	14
Obrázok 4. Schéma priečného rezu – Štúdia C .....	14
Obrázok 5. Mostný záver Freyssinet Cipec [14] .....	16
Obrázok 6. Uloženie mosta.....	17
Obrázok 7. Prutový model – midas Civil .....	18
Obrázok 8. Dosko-rebrový model – Scia Engineer.....	18



## **13. ZOZNAM PRÍLOH**

### **P1. Podklady, štúdie a vizualizácie**

P.1.1 Zadanie	1:75, 1:250
P.1.2 Štúdia A	1:50, 1:100
P.1.3 Štúdia B	1:50, 1:100
P.1.4 Štúdia C	1:50, 1:100
P.1.5 Vizualizácie	

### **P2. Výkresy**

P.2.1 Pôdorys mostu	1:100
P.2.2 Pozdĺžny rez A-A´	1:50
P.2.3 Priečny rez B-B´	1:50
P.2.4 Priečny rez C-C´	1:50
P.2.5 Výkres predpínacej výstuže	1:10, 1:20, 1:100
P.2.6 Výkres betonárskej výstuže	1:20

### **P3. Statický výpočet**